

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of :
Takeshi TAKAMORI :
Serial No. NEW : Attn: APPLICATION BRANCH
Filed January 29, 2004 : Attorney Docket No. 2004-0116A
OPTICAL MODULE

CLAIM OF PRIORITY UNDER 35 USC 119

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Applicant in the above-entitled application hereby claims the date of priority under the International Convention of Japanese Patent Application No. 2003-19807, filed January 29, 2003, as acknowledged in the Declaration of this application.

A certified copy of said Japanese Patent Application is submitted herewith.

Respectfully submitted,

Takeshi TAKAMORI

By



Nils E. Pedersen
Registration No. 33,145
Attorney for Applicant

NEP/krq
Washington, D.C. 20006-1021
Telephone (202) 721-8200
Facsimile (202) 721-8250
January 29, 2004

THE COMMISSIONER IS AUTHORIZED
TO CHARGE ANY DEFICIENCY IN THE
FEES FOR THIS PAPER TO DEPOSIT
ACCOUNT NO. 23-0975

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

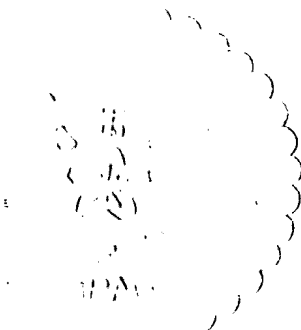
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2003年 1月29日

出願番号
Application Number: 特願2003-019807
[ST. 10/C]: [JP2003-019807]

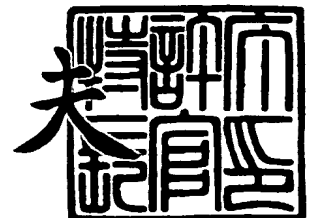
出願人
Applicant(s): 沖電気工業株式会社



2003年10月14日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2003-3084503

【書類名】 特許願

【整理番号】 KT000490

【提出日】 平成15年 1月29日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 G02B 6/32
G02B 6/42

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気工業株式会社
社内

【氏名】 高森 毅

【特許出願人】

【識別番号】 000000295

【氏名又は名称】 沖電気工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100095957

【弁理士】

【氏名又は名称】 亀谷 美明

【電話番号】 03-5919-3808

【選任した代理人】

【識別番号】 100096389

【弁理士】

【氏名又は名称】 金本 哲男

【電話番号】 03-3226-6631

【選任した代理人】

【識別番号】 100101557

【弁理士】

【氏名又は名称】 萩原 康司

【電話番号】 03-3226-6631

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 040224

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9707549

【包括委任状番号】 9707550

【包括委任状番号】 9707551

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光モジュール

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光ファイバの一端を載置可能な第 1 の溝構造, および分波器配置用の第 2 の溝構造を有する基板と,

前記第 1 の溝構造にその一端が配置された光ファイバと,

発光素子と,

受光素子と,

前記光ファイバと同一の半径を有する形状の適合部を備え, 前記第 1 の溝構造に配置され, 前記光ファイバと前記発光素子の間の光路中に位置し, 前記光ファイバと前記発光素子を光学的に結合するレンズ素子と,

前記第 2 の溝構造に配置され, 前記光ファイバと前記発光素子の間の光路中に位置し, 異なる波長の光を分岐する機能を有する波長分波器と, を具備し,

前記発光素子から出射された光は前記波長分波器を経由して前記光ファイバへ導かれ, 前記光ファイバの一端から出射された光は前記波長分波器を経由して前記受光素子へ導かれるよう構成されていることを特徴とする光モジュール。

【請求項 2】 前記レンズ素子は 2 つあり, 前記分波器は前記 2 つのレンズ素子の間に配置されていることを特徴とする請求項 1 に記載の光モジュール。

【請求項 3】 前記受光素子は, 面入射型受光素子からなることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の光モジュール。

【請求項 4】 前記受光素子は, 前記分波器に直接配置されることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の光モジュール。

【請求項 5】 前記レンズ素子は, 石英またはシリコンよりなることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の光モジュール。

【請求項 6】 前記レンズ素子のレンズ部に回折光学素子を用いることを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の光モジュール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光モジュールに関し、特に単一の光ファイバを伝搬する2つ以上の異なる波長の光信号の送受信を行うのに好適な光モジュールに関する。

【0002】

【従来の技術】

光通信の分野、特にファイバトウザホーム（F T T H）に代表される加入者系光通信の分野において、一本の光ファイバに波長の異なる2種の光信号を双方向に伝搬させてデータなどの通信を行う、一芯双方向通信方式が普及してきている。この方式は、双方向の光通信を行うために2本の光ファイバの一本を一方方向、もう一本を逆方向の通信に用いる方式に比べ、光ファイバの利用効率が高い。例えば、一本の光ファイバに異なる2つの波長、代表的なものとして $1.3\mu\text{m}$ 、 $1.55\mu\text{m}$ といった2種の波長の光信号を、お互いに相対向する向きに伝搬させることで双方向光通信を行う波長多重方式がある。

【0003】

そのような一芯双方向通信方式においては、例えば一本の光ファイバの一端のA点において送信用の波長 λ_1 の光信号を発信し、光ファイバの他端のB点において λ_1 と異なる波長 λ_2 の光信号を発信する。そして、B点ではA点から送られた波長 λ_1 の光信号を受信し、同じようにA点ではB点から送られた波長 λ_2 の光信号を受信することになる。光ファイバ中は波長 λ_1 と波長 λ_2 の光信号がお互いに逆方向に伝搬するため、光ファイバの両端には通常、それぞれの波長を識別分離する機能を有する分波器が設置される。

【0004】

図8は上記方式を実現するための構成を示す概略図である。図8に示す例では一本の光ファイバ1のA点側の一端に分波器2aが結合され、分波器2aにはレーザダイオード（以下LDと略す）3a、フォトダイオード（以下PDと略す）4aが結合されている。また、光ファイバ1のB点側の一端には分波器2bが結合され、分波器2bにはLD3b、PD4bが結合されている。LD3aから発した波長 λ_1 の光は分波器2aを通過し分波器2bで分波されてPD4bに入射する。同様にLD3bから発した波長 λ_2 の光は分波器2bを通過し分波器2aで分波されてPD4aに入射する。

【0005】

このような分波機能を有し、光信号の送信機能と受信機能とを一体化した送受信モジュールは、例えば各家庭やオフィスにおいて使用される場合があるため、小型で低価格な送受信モジュールを提供することが光通信の普及には重要となる。

【0006】

図9を用いて第1従来例に係る一芯双方向光通信用の送受信モジュールの説明をする（非特許文献1参照。）。このモジュールでは、直方体のハウジング20の内部に波長選択性を有する波長フィルタ21が固定され、ハウジング20の外壁に光ファイバ27、LD22、PD23が固定され、これらに光ファイバ用レンズ24、LD用レンズ25、PD用レンズ26がそれぞれ固定されている。

【0007】

LD22から出射された波長 λ_1 の光信号は、レンズ25により平行ビームに変換され、波長フィルタ21によって90度反射され、光ファイバ用レンズ24により光ファイバ27へ集光され伝搬される。一方、光ファイバ27を伝搬してきた波長 λ_2 の光信号は、光ファイバ用レンズ24により平行ビームに変換され、波長フィルタ21を透過して、PD用レンズ26によってPD23へ集光される。この様な構成により、一芯双方向光通信用の送受信モジュールとしての機能が発揮される。

【0008】

図10を用いて第2従来例に係る一芯双方向光通信用の送受信モジュールの説明をする（特許文献1参照。）。このモジュールは、石英を用いた光ガイド51を持つV溝基板52上の一端に配置されたV溝53上に光ファイバ54を固定し、光ガイド51の途中に幅の狭い斜め溝からなる斜めスリット55を設け、そこへ波長フィルタ56を挿入し、波長フィルタ56の直下の基板部分に光信号が通過できる穴57を設け、基板裏面側の穴57が接続する部分にPD58を、光ガイド51の終端部にLD59を配置した構成を持つ。本願の発明に関連する先行技術文献情報としては次のものがある。

【0009】

【非特許文献 1】

小楠正大, 他 2 名, 「レセプタクル形双方向波長多重光モジュール I」, 1996 年電子情報通信学会エレクトロニクスソサイエティ大会, C-208, p. 208

【特許文献 1】

特開平 11-218651 号公報

【特許文献 2】

特開 2002-328204 号公報

【0010】**【発明が解決しようとする課題】**

しかしながら, 上記の第 1 従来例のような構成では, 光軸を合わせるために光ファイバ 27, LD 22, PD 23, 光ファイバ用レンズ 24, LD 用レンズ 25, PD 用レンズ 26 の各部品を, 精密に位置合わせしなければならず, 作製コストの低減や量産化の実現にあたり多大な困難を有するという問題がある。

【0011】

上記の第 2 従来例の場合には, 斜めスリットを形成して波長フィルタを挿入する作業が困難なため歩留まりが悪く, 高コストになるという問題がある。また, LD はレンズ等を介さずに導波路と直接結合しているため, この部分での結合効率が悪く, 光量ロスが大きいという問題がある。結合効率を上げるためにスポットサイズ変換機能付き LD を使用する方策も考えられるが, このような LD は高価であり, コスト低減の障害になる。さらに, 石英を用いた光ガイドは, 作製が困難で歩留まりが悪く, 高価であるという問題がある。なお一般的に, 低コスト化のために, 石英からなる光ガイドに代えて, 樹脂からなる光ガイドを用いる場合もあるが, 樹脂を用いた光ガイドは, 熱に弱く, 光ガイド作製後の後工程である LD あるいは PD の固定工程, あるいは光モジュールをプリント基板等の上に実装した後に通常行われるリフローと呼ばれる熱処理工程で, 特性が大きく劣化するという問題がある。

【0012】

本発明の目的は, 上記問題に鑑みてなされたものであり, その目的とするところ

ろは、量産性に優れ、低コスト化が可能で、光結合効率が高く、高耐熱特性を有する光モジュールを提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、本発明の観点によれば、光ファイバの一端を載置可能な第1の溝構造、および分波器配置用の第2の溝構造を有する基板と、前記第1の溝構造にその一端が配置された光ファイバと、発光素子と、受光素子と、前記光ファイバと同一の半径を有する形状の適合部を備え、前記第1の溝構造に配置され、前記光ファイバと前記発光素子の間の光路中に位置し、前記光ファイバと前記発光素子を光学的に結合するレンズ素子と、前記第2の溝構造に配置され、前記光ファイバと前記発光素子の間の光路中に位置し、異なる波長の光を分岐する機能を有する波長分波器と、を具備し、前記発光素子から出射された光は前記波長分波器を経由して前記光ファイバへ導かれ、前記光ファイバの一端から出射された光は前記波長分波器を経由して前記受光素子へ導かれるよう構成されていることを特徴とする光モジュールが提供される。

【0014】

第1の溝構造に光ファイバとレンズ素子の適合部を載置することで、これらの位置合わせが容易に可能になり、従来行われていた各光部品を精密に位置合わせする煩雑な作業が不要となり、低価格で量産することが可能となる。また、レンズ素子を用いて光ファイバと発光素子の結合を行うことで、両者を高効率に結合できる。その際にレンズ素子の材質を石英あるいはシリコンとすれば、低価格の光学系を構成できると共に、部品に樹脂を用いないため、熱工程にも強い。波長分波器を用いた上記構成によれば、双方向光送受信モジュールを構成することが可能となる。

【0015】

【発明の実施の形態】

本発明の典型的な光モジュールは双方向光通信用の光送受信モジュールであり、以下のような構成を有する。断面形状がV字型のV溝構造と、このV溝の途中に波長分波器を配する底面が平坦な凹溝構造とを有する基板を用意する。V溝の

終端部に送信用の発光素子として波長 λ 1のLDを配する。LDの前面のV溝中に、このLDからの光信号を平行ビームに変換する機能を有し、V溝への実装により位置あわせを行うべく光ファイバと同等の半径をその下部に持つ第1のレンズ素子を配する。V溝基板のLDと対向するV溝端部分に、光ファイバを配する。この光ファイバの前面のV溝中に、光ファイバからの光信号を平行ビームに変換する機能を有し、V溝への実装により位置あわせを行うべく光ファイバと同等の半径をその下部に持つ第2のレンズを配する。底面が平坦な凹溝構造部分に、波長分岐機能を有する波長分波器を配し、分波され、伝搬方向を変換された光信号のこの伝搬方向に受信用のPDを配する構成を持つ。

【0016】

以下、図面に基づいて本発明の実施の形態を詳細に説明する。なお、以下の説明および添付図面において、略同一の機能および構成を有する構成要素については、同一符号を付すことにより、重複説明を省略する。

【0017】

図1、図2、図3はそれぞれ、本発明の第1の実施の形態にかかる光モジュール100の構成を示す斜視図、側面図、上面図である。光モジュール100は一芯双方向光通信用の光送受信モジュールである。光モジュール100は、基板110と、LD120と、2つのレンズ素子130a、130bと、波長分波器140と、光ファイバ150と、PD160とを有する。

【0018】

基板110には、例えばプラットフォームとして加工技術の成熟しているシリコン基板を採用できる。基板110の上面には、2つのV溝112a、112bと、凹溝114が形成されている。これらの溝は、凹溝114を中心にして、その両側に凹溝114と連通するように2つのV溝112a、112bが同一直線上に位置するよう配置されている。V溝112aは凹溝114から基板110の途中である終端部118まで形成され、V溝112bは凹溝114から基板110の一端まで形成されている。

【0019】

V溝112a、112bは、断面形状がV字状で、光ファイバ150の一端を

載置可能な溝構造を有する。V溝 112a, 112b は、光ファイバ 150 の一端が載置されたときに、光ファイバ 150 の光軸の高さが基板 110 の上面部 116 より数ミクロン上側に位置するような寸法で形成されている。

【0020】

V溝 112a, 112b は、シリコンの結晶面である (111) 面群を斜面に持つような構成で精密に作製されている。V溝 112a, 112b のこの種の構造は、シリコン基板表面上に、ホトレジストなどを用いてパターンを形成した後、KOH (水酸化カリウム) などの結晶面選択性を有するエッチング液を用い、斜面の (111) 面群およびその近傍の傾斜面のエッチング速度が、(100) 面などのエッチング速度に比べて非常に遅いことを利用して、容易に構成することができる。

【0021】

凹溝 114 は、波長分波器 140 を配置するための溝であり、底面に平坦部を持つ溝構造を有する。凹溝 114 の断面形状はここでは略長方形状としているがこれに限定するものではない。凹溝 114 は、ダイシングなどによって形成可能である。

【0022】

LD 120 は送信用の波長 $\lambda 1$ の光を出射する発光素子である。LD 120 は、基板 110 上における V溝 112a の終端部 118 と基板 110 の一端の間に配置され、LD 120 の光出射位置が光ファイバ 150 の光軸と同じ高さになるように精密に配置されている。この種の精密配置は、基板 110 の上面部 116 に平行な水平方向については、LD 120 の下面側に設けられた金属パターン (不図示) あるいは外形形状と、基板 110 の上面部 116 の LD 120 が配置される部分に設けられた金属パターン (不図示) 等を用いて、画像認識技術を利用することにより可能である。また、基板 110 の上面部 116 に対して垂直な方向については、LD 120 を形成する際の結晶成長によって精密に制御し、結晶成長面を基板 110 の上面部 116 に相対向する向きで配置することにより、容易に実現できる。

【0023】

光ファイバ 150 は、直径 $125\ \mu\text{m}$ のシングルモードファイバである。光ファイバ 150 はその一端が V 溝 112 b に載置されている。

【0024】

凹溝 114 を境にして、LD 120 に近い側の V 溝 112 a にはレンズ素子 130 a が配置され、光ファイバ 150 に近い側の V 溝 112 b にはレンズ素子 130 b が配置されている。レンズ素子 130 a、130 b は共に石英基板またはシリコン基板等の光学基板からなり、光学基板の片面の表面に形成されたレンズ部 132 a、132 b をそれぞれ備えている。レンズ部 132 a、132 b は、LD 120 および光ファイバ 150 を光学的に結合し、LD 120 および光ファイバ 150 から出射される光のスポット径を変換して効率よい光結合を実現するように設計されている。レンズ素子 130 a、130 b の相違点はレンズ部 132 a、132 b の光学性能だけであり、その他の形状的な構成等は同じである。以下では、図 4 を参照しながらレンズ素子 130 a について説明するが、レンズ素子 130 b も同様に考えることができる。

【0025】

図 4 はレンズ素子 130 a を基板 110 の V 溝 112 a に載置した状態を示す要部拡大図である。レンズ素子 130 a はレンズ部 132 a と、レンズ部 132 a より広い幅を有する取扱部 134 と、光ファイバ 150 と同じ外径寸法を有する適合部 136 とを主に有する。

【0026】

レンズ部 132 a はここでは光学基板の片面に形成されて、円形状をしており、回折光学素子からなる。このようなレンズ部 132 a は例えば半導体製造プロセスで用いられるフォトリソグラフィ技術およびエッチング技術を利用して作製可能である。以下、レンズ素子において、レンズ部が形成されている側の面をレンズ形成面と呼ぶ。

【0027】

取扱部 134 は、レンズ部 132 a の外周の上部側でレンズ部 132 a と接続し、レンズ部 132 a の表面に略平行な面内でレンズ部 132 a より広い幅を有し、左右方向に伸長した全体として略直方体形状を有する。取扱部 134 はレン

ズ素子の取扱を容易にするために設けられており、その上面および側面は平坦に形成されている。

【0028】

レンズ部 132a の下部側にはレンズ部 132a の外周の一部としての縁部 133 が位置し、縁部 133 はレンズ部 132a の円周形状に沿った円弧形状を有する。この縁部 133 の円弧形状を呈する外形はレンズ部 132a のレンズ形成面側からその対向面側まで延びており、縁部 133 を含んで取扱部 134 から下方に張り出す V 溝 112a に適合する形状の略蒲鉾形の適合部 136 を形成している。

【0029】

図 4 に示すように、適合部 136 はレンズ素子 130a を基板 110 に実装したときに V 溝 112a に当接する部分である。適合部 136 の円弧形状の半径寸法は、光ファイバ 150 のものと同じであり、適合部 136 の外径は、光ファイバ 150 の外径と等しく、 $\phi 125 \mu\text{m}$ であるように構成されている。この構成により、基板 110 の上面部 116 に対して垂直な方向に関しては、V 溝 112a にレンズ素子 130a を載置しただけで、光ファイバ 150 の光軸および LD 120 の出射点に対するレンズ部 132a の光軸 138 の位置合わせが達成できる。

【0030】

レンズ素子 130a は、半導体製造技術で用いられるフォトリソグラフィ技術およびエッチング技術を用いて作製することができる。例えば、シリコン基板にフォトリソグラフィとエッチングを繰り返すことにより回折光学素子からなるレンズ部 132a を作製し、レンズ素子 130a に対応する形状のパターンをフォトリソマスクパターンとして用いて Deep Etching 等の手法を用いて任意の深さまで掘り下げることによりレンズ素子 130a を作製できる。この種のレンズ素子は、特許文献 2 に開示されている。

【0031】

レンズ素子 130b もレンズ素子 130a と同様の構成を有し、2 つのレンズ素子 130a、130b は、それぞれの適合部が V 溝に配置されることにより垂

直方向の位置合わせが行われ、各レンズ部の中心部分に位置する光軸が、光ファイバ 150 の光軸および LD 120 の出射点に対して精密に配置される。

【0032】

ここでは、レンズ素子 130 a のレンズ部 132 a は LD からの出射光を平行ビームに変換し、レンズ素子 130 b のレンズ部 132 b は光ファイバ 150 からの出射光を平行ビームに変換するよう構成されている。なおここでは、レンズ素子 130 a のレンズ形成面が LD 120 に対向し、レンズ素子 130 b のレンズ形成面が光ファイバ 150 に対向するように配置されているが、このレンズ形成面の向きは限定的なものではない。

【0033】

凹溝 114 には、波長分波器 140 が配置されている。波長分波器 140 は波長選択性を有し、異なる波長の光を分岐する機能を有する。例えば、異なる波長 $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ の 2 種類の光が波長分波器 140 に入射したとき、波長 $\lambda 1$ の光を透過させ、波長 $\lambda 2$ の光を反射する。波長分波器 140 には例えば多層膜ミラーを用いたものを採用できる。ここでは、波長分波器 140 として図 5 に示すような、誘電体多層膜 10 を 2 つのガラスブロック 11 a、11 b で挟んだ構成を採用している。誘電体多層膜 10 は波長 $\lambda 1$ の光は透過し、波長 $\lambda 2$ の光を反射する機能をもつものである。

【0034】

図 2 に示すように、波長分波器 140 は、誘電体多層膜 10 の方向が光ファイバ 150 からの出射光の光軸に対して 45 度の角度で交わるように配置されている。これにより、光ファイバ 150 から出射された波長 $\lambda 2$ の光は、光ファイバ 150 の光軸に対して 90 度上向きに反射される。この反射光を図 2 では垂直方向の平行ビーム 190 として示している。

【0035】

また、波長分波器 140 の上面部分には、受光用の PD 160 がその受光部 162 と波長分波器 140 とが対向するようにハンダ 164 により固定され配置されている。PD 160 は面入射型受光素子からなる。ここでは PD 160 は、レンズやスペーサー等を介さずに波長分波器 140 に直接配置されている。なお、

図3では垂直方向の平行ビーム190を斜線部で示している。

【0036】

上記説明におけるそれぞれの部品は、所定位置に配置された後、ハンダなどの金属あるいは耐熱性の接着剤を用いて固定される。

【0037】

上記構成を有する光モジュール100の動作について説明する。LD120から出射された波長 λ 1の信号光は、レンズ素子130aによって平行ビームに変換され、波長分波器140を透過し、レンズ素子130bによって光ファイバ150へ向かって集光され、送信される。

【0038】

また、外部から光モジュール100の方向に向かって光ファイバ150を伝搬してきた波長 λ 2の光信号は、V溝112bに載置された光ファイバ150の終端部から出射される。この出射光は、レンズ素子130bによって平行ビームに変換され、波長分波器140に入射し、波長分波器140の誘電体多層膜10によって基板110の上面部116に対して垂直方向に反射され、垂直方向の平行ビーム190として図2に矢印で示すようにPD160へ入射する。上述したように光モジュール100の双方向送受信モジュールとしての機能が実現される。

【0039】

上記構成を取ることにより、本実施の形態によれば、以下に述べる多数の効果が得られる。第1従来例で問題であった煩雑な部品の光軸合わせ工程が、本実施の形態にかかる光モジュールでは大幅に簡略化できるため、低価格化および量産化を実現することが可能となる。また、レンズ素子を用いて光ファイバとLDを光学的に結合することで、両者を高効率に結合できる。上記の2つのレンズ素子として、石英基板あるいはシリコン基板を用い、集積回路の作製技術によって大口径基板上に一括量産することができるレンズ等を採用することで、レンズ素子自身のコストも大幅に下げられることが期待できる。さらに、全ての部品が、耐熱性の高い、ハンダあるいは耐熱樹脂で固定できるため、モジュール作製工程あるいは後工程で必要とされる熱処理工程において、性能劣化することなく、歩留まり高く製造することができ、高耐熱特性を有する光モジュールを実現できる。

【0040】

なお、上記例では、レンズ素子130aおよび130bの間は平行ビームとした場合について説明したが、これに限定するものではない。レンズ素子130aおよび130bの間で、徐々に光ビーム径が広がる構成等、光ビーム径が変化する構成も採用可能である。

【0041】

図6は上記実施の形態にかかる光モジュールの変形例の構成を示す側面図である。上記実施の形態の光モジュール100では2つのレンズ素子を用いて光結合を行っていたのに対し、図6に示す変形例の光モジュールではレンズ素子を1つだけ用いて光結合を行っており、この点が異なる。以下、この点に注目して説明し、上記実施の形態と同様の構成については、重複説明を省略する。

【0042】

本変形例では、1つのレンズ素子130cがLD120と波長分波器140と間のV溝112aに配置され、波長分波器140と光ファイバ150の間のV溝112bにはレンズ素子は配置されない。レンズ素子130cは、前述のレンズ素子130a、130bと同様の構成を有するが、レンズ部132cの光学性能がこれらと異なる。LD120から出射された波長 λ_1 の光がレンズ素子130cによって集束光となるよう変換され、この光が波長分波器140を透過した後、光ファイバ150に集束して入射するよう、レンズ部132cが設計され、構成されている。

【0043】

また、光ファイバ150を伝搬してきた波長 λ_2 の光信号は、光ファイバ150の終端部から発散光として出射され、波長分波器140に入射した後、誘電体多層膜10によって垂直方向に反射され、PD160へ入射する。このようにして、本変形例においても双方向送受信モジュールとしての機能が実現される。

【0044】

なお、図6に示す例ではレンズ素子130cのレンズ部は片面にのみ形成されているが、レンズ素子130cの両面にレンズ部を形成するようにしてもよい。

【0045】

上記実施の形態および変形例の説明では、光モジュール 100 では 2 種類の異なる波長の光を送受信する場合について述べたが、3 種類以上の波長の光が伝搬する場合においても、それぞれの波長に合わせた波長フィルタを有する波長分波器を必要数配置することで、対応することが容易にできる。

【0046】

図 7 は本発明の第 2 の実施の形態にかかる光モジュール 200 の構成を示す側面図である。第 1 の実施の形態にかかる光モジュール 100 と同様に、光モジュール 200 は一芯双方向光通信用の光送受信モジュールである。ただし、光モジュール 200 は 4 種類の異なる波長 $\lambda 1$, $\lambda 2$, $\lambda 3$, $\lambda 4$ の光を送受信するために、波長分波器および PD をそれぞれ 3 つ有する点が光モジュール 100 と異なる。以下、この点に注目して説明し、上記実施の形態と同様の構成については、重複説明を省略する。

【0047】

光モジュール 200 は、基板 210 と、LD 120 と、2 つのレンズ素子 130 a, 130 b と、3 つの波長分波器 240 a, 240 b, 240 c と、光ファイバ 150 と、3 つの PD 260 a, 260 b, 260 c とを有する。

【0048】

基板 210 の上面には、第 1 の実施の形態にかかる基板 110 と同様に、凹溝 214 と、その両側に位置する V 溝 212 a, 212 b が形成されている。V 溝 212 a, 212 b は第 1 の実施の形態にかかる V 溝 112 a, 112 b と同様に、同一直線上に配置され、断面形状が V 字状で、光ファイバ 150 の一端を載置可能な溝構造を有する。

【0049】

凹溝 214 は、3 つの波長分波器を配置するための溝であり、底面に平坦部を持つ溝構造を有し、ここではその断面形状は略長形状である。凹溝 214 は、3 つの波長分波器をその中に配置できるように、第 1 の実施の形態にかかる凹溝 114 よりも光軸方向の長さが長いように構成されている。

【0050】

3 つの波長分波器 240 a, 240 b, 240 c は図 7 に示すように凹溝 21

4 内に、光ファイバ 150 から LD 120 に向かう方向に、この順に並んで配置されている。波長分波器 240 a, 240 b, 240 c は図 5 に示す波長分波器 140 同様に波長選択性を有する誘電体多層膜を 2 つのガラスブロックで挟んだ構成を有しており、所定の波長の光を反射し、その他の波長の光を透過させる分波機能を有する。波長分波器 240 a, 240 b, 240 c は互いに異なる波長選択性を有する分波器である。例えば、互いに異なる波長 $\lambda 1$, $\lambda 2$, $\lambda 3$, $\lambda 4$ の光に対し、波長分波器 240 a は波長 $\lambda 2$ の光を反射してその他の光を透過させ、波長分波器 240 b は波長 $\lambda 3$ の光を反射してその他の光を透過させ、波長分波器 240 c は波長 $\lambda 4$ の光を反射してその他の光を透過させる。

【0051】

波長分波器 240 a, 240 b, 240 c の上面部分には、それぞれ受光用の PD 260 a, 260 b, 260 c がその受光部が波長分波器と対向するように直接配置されている。

【0052】

上記構成を有する光モジュール 200 の動作について説明する。LD 120 から出射された波長 $\lambda 1$ の信号光は、レンズ素子 130 a によって平行ビームに変換され、波長分波器 240 a, 240 b, 240 c を透過し、レンズ素子 130 b によって光ファイバ 150 へ向かって集光され、送信される。

【0053】

また、外部から光モジュール 200 の方向に向かって光ファイバ 150 を伝搬してきた波長 $\lambda 2$ の光信号は、V 溝 112 b に載置された光ファイバ 150 の終端部から出射され、レンズ素子 130 b によって平行ビームに変換され、波長分波器 240 a により垂直方向に反射されて PD 260 a へ入射する。同様に光ファイバ 150 を伝搬してきた波長 $\lambda 3$ の光信号は、光ファイバ 150 の終端部から出射され、レンズ素子 130 b によって平行ビームに変換され、波長分波器 240 a を透過した後、波長分波器 240 b により垂直方向に反射されて PD 260 b へ入射する。

【0054】

光ファイバ 150 を伝搬してきた波長 $\lambda 4$ の光信号は、光ファイバ 150 の終

端部から出射され、レンズ素子 130b によって平行ビームに変換され、波長分波器 240a および波長分波器 240b を透過した後、波長分波器 240c により垂直方向に反射されて PD 260c へ入射する。このように、モジュール 200 では、光ファイバ 150 から出射された 3 種類の異なる波長の光はそれぞれの波長ごとに分波されて受信可能である。

【0055】

よって、本実施の形態では、上述の第 1 の実施の形態の効果に加え、4 種類の異なる波長の光に対して双方向送受信が可能であるという効果が得られる。なお、波長の種類の数は上記例に限定されず、波長分波器および PD を必要数配置し、これに合わせて凹溝の寸法を設定することにより、任意の数に対応可能である。

【0056】

以上、添付図面を参照しながら本発明にかかる好適な実施形態について説明したが、本発明はかかる例に限定されないことは言うまでもない。当業者であれば、特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、それらについても当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

【0057】

上記例では異なる波長を持つ光信号が逆方向に進行する光送受信モジュールについて述べたが、部材を交換することにより、異なる波長を持つ光信号が同方向に進行するモジュールを構成することができる。例えば送信機能のみを有する光送信モジュールの場合は、上記例の PD の部分を所定の波長を有する LD とレンズ素子に置き換えることで実現可能である。受信機能のみを有する光受信モジュールの場合は、上記例の LD の部分を PD に置き換えることで実現可能である。

【0058】

上記例では、PD を波長分波器上に直接配置した例について説明したが、両者の間に集光用のレンズや間隔調整用のスペーサー等を配置してもよい。また、上記例では、波長分波器で反射された信号光が V 溝基板上面に対して垂直方向に反射される構成を例にとり説明したが、これに限定するものではなく、V 溝基板上

面に略平行な方向や、V溝基板上面と所定の角度で交わる方向に反射する構成をとってもよい。

【0059】

レンズ素子、レンズ部、取扱部、適合部、V溝、凹溝等の形状は上記例に限定されず、様々な形状が考えられる。レンズ部は屈折型のレンズにより構成してもよい。V溝はレンズ素子および光ファイバが位置決め載置できればよく、上記例で述べたV溝の代わりに、断面形状が略台形状、略半円形状、略長方形形状、略正方形形状のいずれかである溝を用いてもよい。凹溝は波長分波器を配置できる構成であればよく、その断面形状は長方形に限定されない。

【0060】

【発明の効果】

以上、詳細に説明したように本発明によれば、従来行われていた煩雑な部品の光軸合わせ工程が大幅に簡略化でき、量産性に優れ、低価格化が可能な光モジュールを提供できる。また、本発明によれば、発光素子と光ファイバを高効率に結合でき、高い耐熱特性を有する光モジュールを提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の実施の形態に係る光モジュールの構成を示す斜視図である。

【図2】 図1に示す光モジュールの側面図である。

【図3】 図1に示す光モジュールの上面図である。

【図4】 レンズ素子をV溝に載置した状態を示す要部拡大図である。

【図5】 波長分波器の機能および構成を説明する図である。

【図6】 本発明の変形例に係る光モジュールの構成を示す側面図である。

【図7】 本発明の第2の実施の形態に係る光モジュールの構成を示す側面図である。

【図8】 多波長双方向通信方式を実現する一般例の概略構成図である。

【図9】 従来の光モジュールの構成を示す断面図である。

【図10】 従来の光モジュールの構成を示す断面図である。

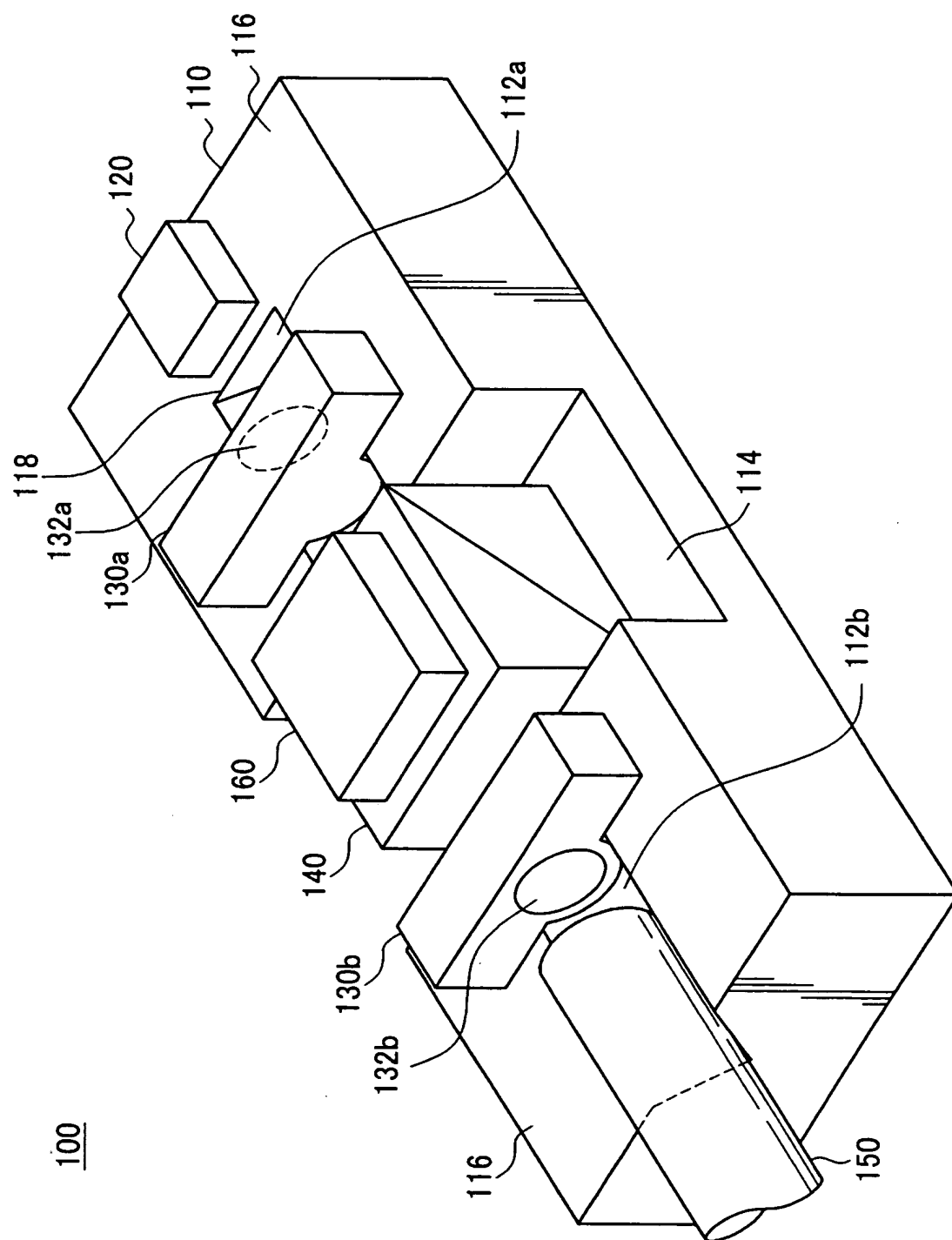
【符号の説明】

- 1 光ファイバ
- 2 a, 2 b 分波器
- 3 a, 3 b LD
- 4 a, 4 b PD
- 1 0 誘電体多層膜
- 1 1 a, 1 1 b ガラスブロック
- 2 0 ハウジング
- 2 1 波長フィルタ
- 2 2 LD
- 2 3 PD
- 2 4 光ファイバ用レンズ
- 2 5 LD用レンズ
- 2 6 PD用レンズ
- 2 7 光ファイバ
- 5 1 光導波路
- 5 2 V溝基板
- 5 3 V溝構造
- 5 4 光ファイバ
- 5 5 斜めスリット
- 5 6 波長フィルタ
- 5 7 穴
- 5 8 PD
- 5 9 LD
- 1 0 0 光モジュール
- 1 1 0 基板
- 1 1 2 a, 1 1 2 b V溝
- 1 1 4 凹溝
- 1 1 6 上面部
- 1 1 8 終端部

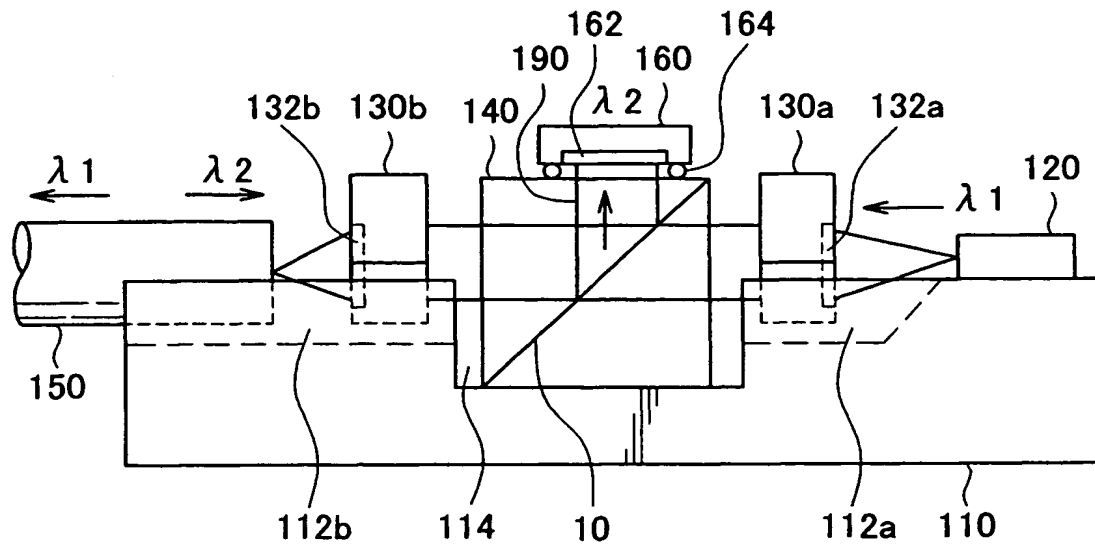
| | | |
|-------------------|-------|--|
| 1 2 0 | L D | |
| 1 3 0 a , 1 3 0 b | レンズ素子 | |
| 1 3 2 a , 1 3 2 b | レンズ部 | |
| 1 3 3 | 縁部 | |
| 1 3 4 | 取扱部 | |
| 1 3 6 | 適合部 | |
| 1 3 8 | 光軸 | |
| 1 4 0 | 波長分波器 | |
| 1 5 0 | 光ファイバ | |
| 1 6 0 | P D | |
| 1 6 2 | 受光部 | |
| 1 6 4 | ハンダ | |
| 1 9 0 | 平行ビーム | |

【書類名】 図面

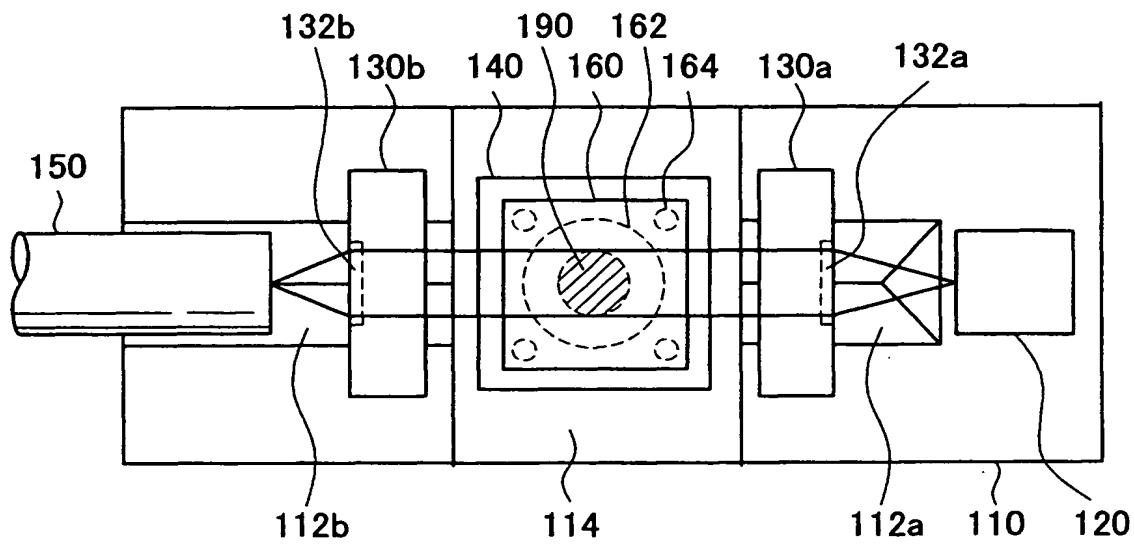
【図 1】



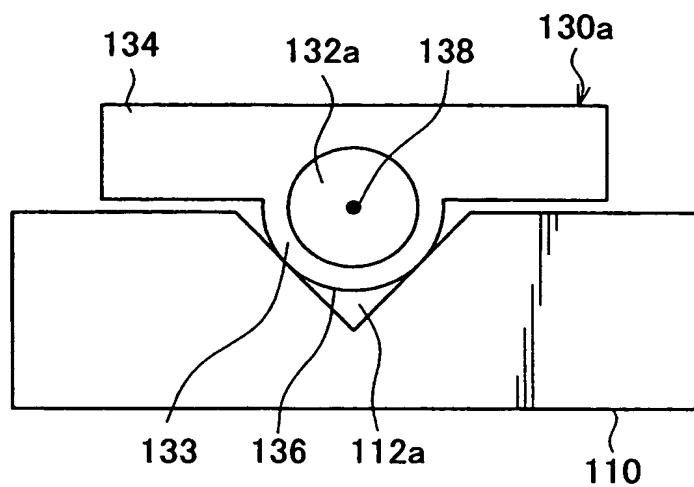
【図 2】



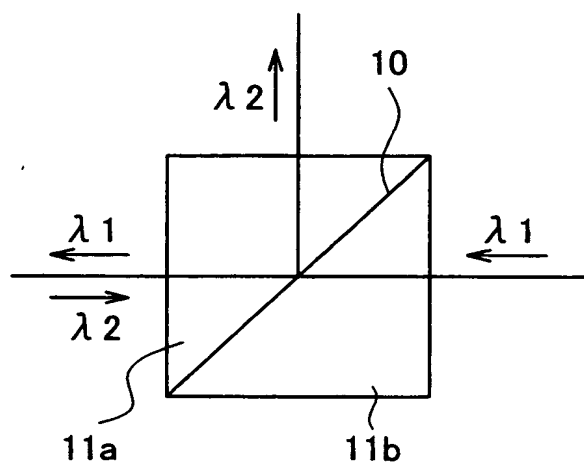
【図 3】



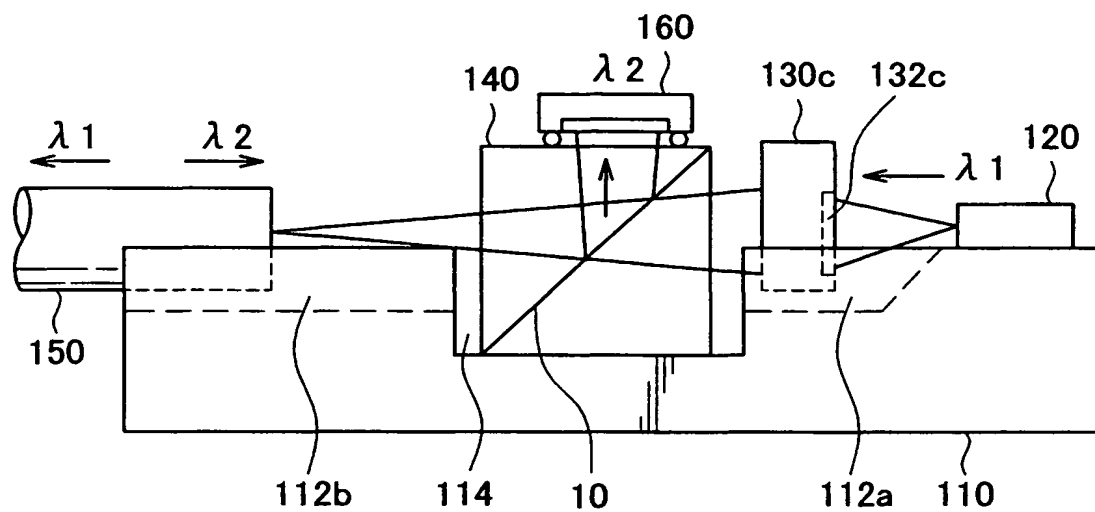
【図 4】



【図 5】

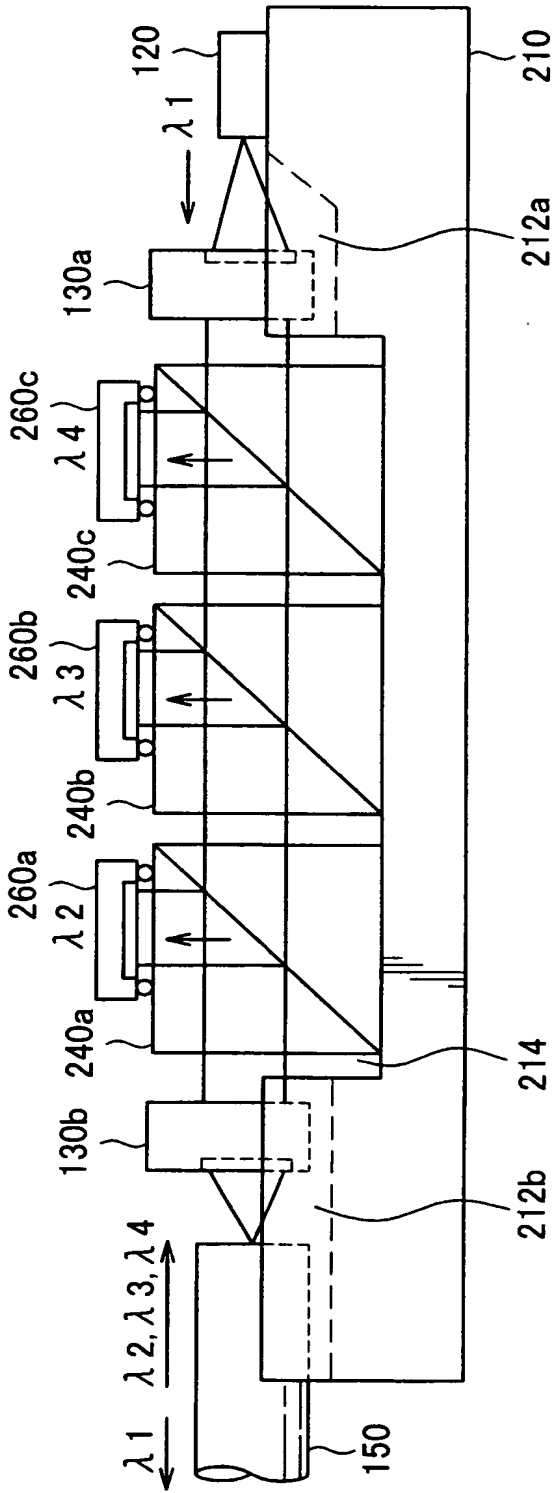


【図 6】

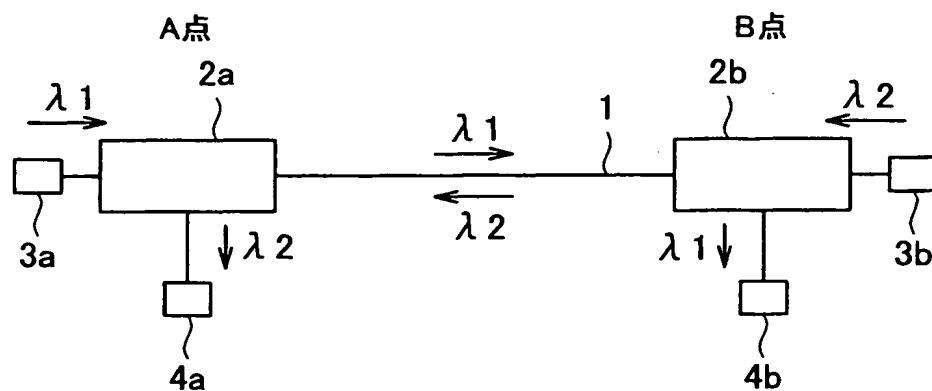


【図 7】

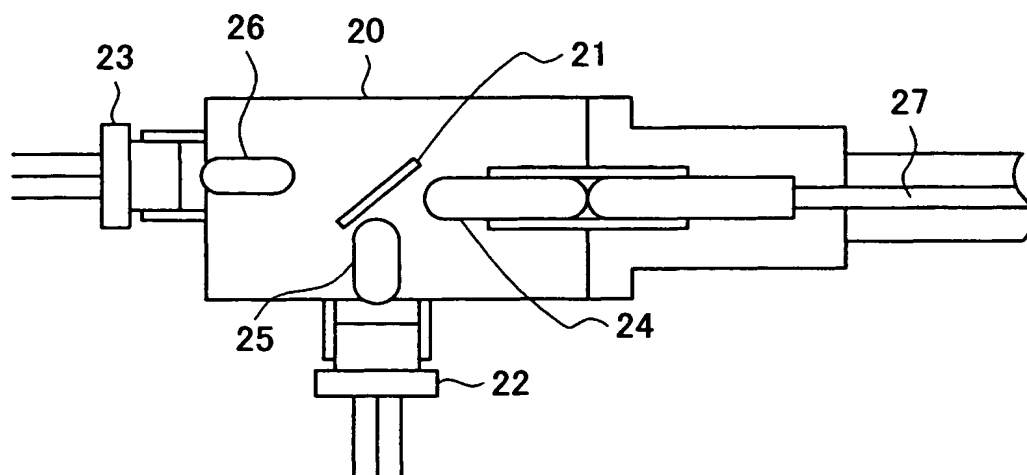
200



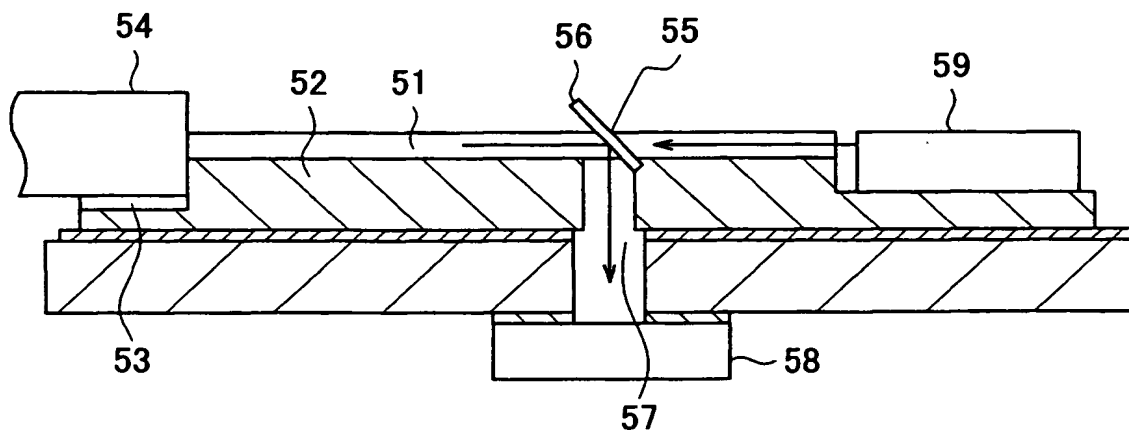
【図 8】



【図 9】



【図 10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 量産性に優れ、低コスト化が可能で、光結合効率が高く、高耐熱特性を有する光モジュールを提供すること。

【解決手段】 基板 110 上には V 溝 112 a, 112 b とその間に凹溝 114 が形成されている。V 溝 112 a, 112 b には光ファイバ 150 と、光ファイバ 150 と同じ半径をもつ適合部を有するレンズ素子 130 a, 130 b が位置決め載置され、凹溝 114 には波長分波器 140 が配置され、その上面には PD 160 が配置される。LD 120 を出射した波長 $\lambda 1$ の光はレンズ素子 130 a により平行光に変換された後、波長分波器 140 を透過してレンズ素子 130 b により集光されて光ファイバ 150 へ入射する。光ファイバ 150 から出射した波長 $\lambda 2$ の光はレンズ素子 130 b により平行光に変換され、波長分波器 140 により 90 度進行方向を変えられ PD 160 へ入射する。

【選択図】 図 1

特願 2003-019807

出願人履歴情報

識別番号

[000000295]

1. 変更年月日

1990年 8月22日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号

氏 名

沖電気工業株式会社